

薬剤抵抗性害虫防除対策に関する研究

第2報 カーバメイト剤抵抗性ツマグロヨコバイの
ダイアジノン、プロパホスおよびプロパホ
ス・NAC淘汰による感受性の変化

細田昭男・藤原昭雄*

要 約

細田昭男・藤原昭雄(1977)：薬剤抵抗性害虫防除対策に関する研究(第2報)カーバメイト剤抵抗性ツマグロヨコバイのダイアジノン、プロパホスおよびプロパホス・NAC淘汰による感受性の変化。広島農試報告39：21～26

1964年にマラソン抵抗性が生じ、さらに1969年にカーバメイト剤抵抗性が発達した高田郡吉田町のツマグロヨコバイを用いて、この個体群に有効なダイアジノン、プロパホスおよびプロパホス・NACによる連続淘汰試験を行い、これらの薬剤に対する感受性がどのように推移するかを検討した。その結果、ダイアジノン淘汰系統では24世代後で、ダイアジノンに対するLD-50が183.0 $\mu\text{g/g}$ 、抵抗性比で11.5倍となった。一方、プロパホス淘汰系統ではプロパホスに対するLD-50が24世代後でも19.0 $\mu\text{g/g}$ と抵抗性比で4.1倍の変化であった。また、プロパホス・NAC淘汰系統ではプロパホス・NACに対するLD-50は23世代後に11.5 $\mu\text{g/g}$ 、抵抗性比で1.9倍と感受性の変化は僅かであった。これら3系統ともカーバメイト剤に対する感受性の回復が認められ、とりわけプロパホス・NAC淘汰でのカーバメイト剤に対する感受性の回復は興味ある現象と考えられる。

I 緒 言

1969年から1970年にかけて愛媛県と広島県の一部で、ツマグロヨコバイに対するカーバメイト剤の効力低下の事例が生じ^{1,3,4)}、その後中国、四国、九州の各地で同様の事例が相次いで起り、防除上の障害となっている。

先に著者ら³⁾は薬剤の効力低下は抵抗性の発達に基因していること、また代替農薬としてはダイアジノンやプロパホス剤とこれら有機リン剤とカーバメイト剤の複合剤が有効であることを明らかにした。しかし、これらの薬剤が過去にマラソン抵抗性が発達し、その上にカーバメイト剤抵抗性が発達した地帯で、果してどの程度の期間使用に耐えるかどうか検討する必要が生じた。そこで高田郡吉田個体群を用いて、有効薬剤による累代淘汰試験を行い、これらの薬剤に対する感受性がどのように推移するかを検討したのでその結果を報告する。

II 材料および方法

淘汰用ツマグロヨコバイは、1971年(ダイアジノン淘

汰用)、1972年(プロパホス淘汰用)と1974年(プロパホス・NAC淘汰用)にカーバメイト剤抵抗性が最初に確認された高田郡吉田町から採集し、 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ 、16時間照明の恒温飼育室でイネ苗を与えて累代飼育した個体群を供試した。野外個体群の感受性の変化の検定には、1970年より毎年第3～4回成虫を採集し、1～3世代累代飼育したツマグロヨコバイの雌成虫を供試した。

淘汰用供試薬剤はダイアジノン乳剤40%、プロパホス乳剤50%およびプロパホス乳剤50%とNAC乳剤15%を1:1に混合したものを所定の濃度に水道水で希釈して用いた。

感受性検定用供試薬剤はダイアジノン(Diazinon)、プロパホス(Propaphos)、マラソン(Malathion)、NAC(Carbaryl)、BPMC(Bassa)とMTMC(Tsumacide)の各原体とプロパホスとNAC原体を1:1に混合したものを各濃度段階にアセトンで希釈して用いた。

淘汰方法は採集後1～6世代室内で飼育増殖したツマグロヨコバイの3～5令幼虫を用いて、イネ苗散布法で行った。すなわち、イネ苗(内径12cmのシャーレに細土を入れ、発芽粒を約150粒まいて毎日灌水しながら6日ほど経った長さ3～5cmのイネ苗)に高さ30cm、内径12

* 現広島県果樹試験場

cmの円筒をかぶせ、その中に供試虫を500~600頭放ち、円筒上部よりガラス毛细管の噴霧装置で吐出圧が120mm Hgになるように調節して、所定の薬液を1cc噴霧した。薬剤の散布後は容器の上部をガーゼで覆い、 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ の恒温飼育室に24時間保持した後、生存虫を数えながら新鮮なイネ苗を入れた飼育箱の中に移した。

淘汰は毎世代を原則とし、5令幼虫600~1,200頭を供試して、ダイアジノン乳剤の0.001~0.009%、プロパホス乳剤の0.002~0.004%およびプロパホス乳剤とNAC乳剤を1:1で混合した0.003~0.015%の範囲の液を散布した。

淘汰率は死虫率で50%前後となるように努めたが、24時間後の死虫率でダイアジノン淘汰（以下D系統）が6.2~58.5%、平均18.5%/22回淘汰、プロパホス淘汰（以下P系統）が5.1~76.7%、平均26.0%/23回淘汰およびプロパホス・NAC淘汰（以下PN系統）が7.0~63.9%、平均34.1%/23回淘汰であった。なお淘汰開始と同時に親個体群から分離し、その後殺虫剤に全く触れさせずに累代飼育した個体群を対照とした。以下本文ではD系統の対照個体群をD-S系統、P系統のそれをP-S系統、PN系統のそれをPN-S系統と略記することにした。

Table 1. Changes in susceptibility to diazinon and NAC of the carbamate insecticide-resistant green rice leafhopper during selection with diazinon.

Strain and generation selected			Insecticide	Generation tested	Average body weight mg	1/d***	LD-50 $\mu\text{g/g}$	Resistance**** ratio
Original generation			Diazinon	F ₆	4.37	0.38	4.5	
			NAC	F ₃	4.50	0.29	35.2	
4th	D strain*	Diazinon	F ₄	4.80	0.24	42.7	4.3	
	D-S strain**	Diazinon	F ₁₀	5.13	0.39	10.0		
9th	D strain	NAC	F ₉	4.43	0.32	4.4		
15th	D strain	Diazinon	F ₁₅	4.30	0.26	77.4	6.3	
		NAC	F ₁₅	4.30	0.22	3.2	0.3	
	D-S strain	Diazinon	F ₂₀	4.14	0.36	12.2		
		NAC	F ₂₁	4.33	0.39	10.9		
24th	D strain	Diazinon	F ₂₄	4.50	0.32	183.0	11.5	
		NAC	F ₂₄	4.50	0.23	2.5	0.3	
	D-S strain	Diazinon	F ₃₀	4.23	0.34	15.9		
		NAC	F ₃₀	4.50	0.44	7.5		

Note; * The strain selected with diazinon

** The strain reared without any insecticide pressure

*** Standard deviation of susceptibility

**** LD-50 of D strain/LD-50 of D-S strain

薬剤感受性の検定は局所施用法により行った。すなわち、各薬剤のアセトン溶液を羽化4~7日後の雌成虫の胸部背面に1頭当たり0.51 μl 宛局所施用した。処理した雌成虫はイネ苗を与え飼育室内で管理し、24時間後に生・死虫数を調べ、対数薬量-プロビット死亡率回帰直線式の計算式を用いてLD-50を求めた。

III 結果および考察

ダイアジノンによる淘汰系統（D系統）とプロパホスによる淘汰系統（P系統）の各薬剤に対するLD-50を

検定した結果を第1表と第2表に、野外個体群の感受性検定結果を第3表に示した。

D系統では4世代淘汰後に、ダイアジノンに対するLD-50は42.7 $\mu\text{g/g}$ とD-S系統の4.3倍に増大し、15世代後にはそれが6.3倍、24世代後には183.0 $\mu\text{g/g}$ と11.5倍に増大し、感受性は急速に低下した。この淘汰結果は平松ら²⁾のダイアジノン淘汰結果と類似している。

P系統ではプロパホスに対するLD-50は、5世代淘汰後でP-S系統に比べて1.5倍、14世代後で2.3倍、24世代後でも19.0 $\mu\text{g/g}$ と4.1倍であり、D系統に比べて感受性の変化は小さかった。

Table 3. Comparison of the LD-50 values of diazinon, propaphos, NAC and MTMC for populations of the green rice leafhopper collected during 1970 through 1976 from 4 localities in Hiroshima Prefecture.

Population	Insecticide	LD-50 μ g/g						
		1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Miyoshi	Diazinon	—	15.6	—	23.2	29.8	26.3	—
	Propaphos	—	—	—	13.3	7.0	5.8	—
	NAC	6.0	11.3	6.4	26.7	20.5	27.1	—
Yoshida	Diazinon	10.6	9.7	22.9	19.3	25.0	35.1	33.0
	Propaphos	—	—	6.9	13.4	6.1	8.8	6.5
	NAC	34.9	35.2	22.1	20.4	17.1	36.2	30.9
	MTMC	72.3	—	—	—	—	36.7	59.6
Hachihonmatsu	Diazinon	—	17.4	20.9	51.8	34.2	59.6	—
	Propaphos	—	—	10.0	11.0	10.3	10.2	—
	NAC	—	6.3	9.7	19.7	18.3	19.5	—
Takehara	Diazinon	—	11.6	21.4	26.0	28.3	84.7	108.1
	Propaphos	—	—	5.5	16.7	10.2	13.0	7.6
	NAC	6.0	4.5	14.0	12.8	20.8	14.8	29.4
	MTMC	15.0	—	—	—	—	—	46.5

Table 4. Changes in susceptibility to various insecticides of the carbamate insecticide-resistant green rice leafhopper during selection with propaphos NAC mixture.

Strain and generation selected			Insecticide	Generation tested	Average body weight mg	1/b	LD-50 μ g/g	Resistance*** ratio
Original generation			Propaphos	F ₄	4.75	0.27	6.1	
			NAC	F ₅	4.59	0.44	17.1	
			Propaphos NAC	F ₅	4.07	0.24	7.7	
			Diazinon	F ₅	4.55	0.45	25.0	
4th	PN strain*		Propaphos	F ₄	4.23	0.29	8.2	
			NAC	F ₄	4.13	0.30	19.5	
	PN-S strain**		Propaphos NAC	F ₄	4.13	0.26	8.5	1.1
			Propaphos NAC	F ₅	4.07	0.13	7.9	
12th	PN strain		Propaphos	F ₁₂	4.63	0.31	9.9	1.5
			NAC	F ₁₂	4.63	0.32	6.3	1.0
			Propaphos NAC	F ₁₂	4.63	0.21	8.8	1.4
	PN-S strain		Propaphos	F ₁₃	4.23	0.21	6.7	
			NAC	F ₁₃	4.23	0.39	6.4	
			Propaphos NAC	F ₁₃	4.23	0.21	6.2	
23~24th	PN strain		Propaphos	F ₂₃	4.33	0.26	12.0	2.1
			NAC	F ₂₄	4.33	0.20	6.1	0.9
			Propaphos NAC	F ₂₃	4.33	0.19	11.5	1.9
	PN-S strain		Propaphos	F ₂₄	4.04	0.22	5.6	
			NAC	F ₂₄	4.04	0.43	7.1	
			Propaphos NAC	F ₂₄	4.04	0.29	6.1	
23~24th	PN strain		Diazinon	F ₂₃	4.33	0.31	25.4	1.3
			Malathion	F ₂₄	4.33	0.48	56.1	1.2
			BPMC	F ₂₄	4.33	0.30	17.7	0.7
			MTMC	F ₂₄	4.33	0.17	8.5	0.5
	PN-S strain		Diazinon	F ₂₅	4.00	0.37	19.7	
			Malathion	F ₂₅	4.00	0.51	46.9	
	BPMC	F ₂₅	4.00	0.63	24.1			
	MTMC	F ₂₆	4.11	0.46	16.6			

Note; * The strain selected with propaphos NAC mixture
 ** The strain reared without any insecticide pressure
 *** LD-50 of PN strain/LD-50 of PN-S strain

剤に対するLD-50を検定した結果を第4表に示した。

PN系統のプロパホス・NACに対するLD-50は4世代後にPN-S系統に比べ1.1倍、12世代後に1.4倍、23世代後に11.5 $\mu\text{g/g}$ と1.9倍で、P系統の4.1倍（第2表）に比べても感受性の変化は小さかった。PN系統のプロパホスに対するLD-50はPN-S系統に比べて12世代後に1.5倍、23世代後で12.0 $\mu\text{g/g}$ と2.1倍となりプロパホス・NACに対する感受性の変化と同じく僅かな感受性の低下であった。ダイアジノンやマラソンなどの他の有機リン剤に対しても、PN-S系統に比べ1.3倍と1.2倍であり、感受性の低下はみられなかった。

一方、カーバメイト剤に対する感受性の変化をみると、NACに対するLD-50は12世代後で6.3 $\mu\text{g/g}$ とPN-S系統に比べ1.0倍、24世代後でも0.9倍と感受性の差は認められず、D系統とP系統と同様親個体群の17.1 $\mu\text{g/g}$ に比べると感受性の回復傾向が認められた。感受性の回復傾向はBPMCとMTMCの置換フェニール系カーバメイト剤に対しても認められ、カーバメイト剤抵抗性個体群のNACを含んだ複合剤による連続淘汰にもかかわらず、NAC、BPMCおよびMTMCなどのカーバメイト剤に対する感受性の回復が認められるということは、どのような作用機構の結果であるかは不明であるが、興味ある現象と考えられる。このことが、他の水稻害虫防除として種々のカーバメイト剤が散布されている吉田個体群において、1970年からNACに対する感受性が大きく低下していくのではなく、むしろ一時回復の傾向が認められ（第3表）、MTMCに対するLD-50も1970年の72.3 $\mu\text{g/g}$ から1976年の59.6 $\mu\text{g/g}$ と推移している現象と関連しているのではないかと推測される。

3 淘汰系統を比較すると、ダイアジノン淘汰よりプロパホス淘汰が、プロパホス淘汰よりもプロパホス・NAC淘汰の方が淘汰薬剤に対する感受性の変化は僅かであり、カーバメイト剤に対しては3淘汰系統とも感受性の回復が認められた。このことは、尾崎ら⁸⁾がヒメトビウカを用いての複合剤の淘汰試験の結果、複合剤は抵抗性発達の抑制効果が期待出来ると報じているのと同様、カーバメイト剤抵抗性ツマグロヨコバイにおいても、ダイアジノンとプロパホスと比較したように薬剤の種類により異なると考えるが、プロパホス・NACのような複合剤は抵抗性の発達を遅らせる可能性を示唆しているものと考えられる。もっとも、これは室内試験の結果であって、供試個体群の大きさ、その個体群に含まれる抵抗性因子の頻度、淘汰条件の差などにより淘汰結果が果して野外で同じように当てはまるかどうか、今後解明されなければならない問題点が含まれている。

現在までのところ広島県の野外個体群においては、ダイアジノンの効力低下が生じているが、プロパホス単剤やその複合剤の効力減退の事例は生じていない。しかし最近広島県において萎縮病の発生面積が広がりつつあり、1977年には三次市を中心に黄萎病の多発した地帯が認められているから抵抗性とも関連してツマグロヨコバイの防除は複雑になってくるものと考えられるので、今後これらの有効薬剤の感受性の動向には十分注意すると共に稲作期間全体を通じて不必要な防除をなくす努力をする必要があると考える。

IV 摘 要

1969年にカーバメイト剤抵抗性が発達した高田郡吉田町のツマグロヨコバイを用いて、この個体群に有効なダイアジノン、プロパホスとプロパホス・NACによる淘汰試験を行い、これらの薬剤に対する感受性の変化を検討した。結果は次のとおりである。

1) ダイアジノンによる淘汰系統では、ダイアジノンに対するLD-50は4世代後に42.7 $\mu\text{g/g}$ 、15世代後に77.4 $\mu\text{g/g}$ 、24世代後に183.0 $\mu\text{g/g}$ となり急速に感受性が低下し、24世代後では同一親個体群から分けて殺虫剤に全く接触させないで累代飼育した対照系統に比べ11.5倍の感受性の低下を示した。

2) プロパホスによる淘汰系統では、プロパホスに対するLD-50は5世代後に11.1 $\mu\text{g/g}$ 、14世代後に9.9 $\mu\text{g/g}$ 、24世代後に19.0 $\mu\text{g/g}$ と対照系統に比べ4.1倍であったが、ダイアジノン淘汰系統に比べ感受性の低下は小さかった。

3) プロパホス・NACによる淘汰系統では、プロパホス・NACに対するLD-50は23世代後でも11.5 $\mu\text{g/g}$ と対照系統に比べ1.9倍と感受性の変化は僅かであった。プロパホス、ダイアジノンおよびマラソンに対する感受性の変化も僅かであった。

4) これら3淘汰系統とも対照系統と同様、カーバメイト剤に対する感受性の回復が認められ、とりわけプロパホス・NAC淘汰でカーバメイト剤に対する感受性の回復が認められたことは興味ある現象と考えられる。

謝 辞

本試験を実施するに当たって、終始御指導いただいた香川県農業試験場の尾崎幸三郎博士に対して深甚なる謝意を表す。

引用文献

- 1) 愛媛県農業試験場：1970. 愛媛農試70周年記念報

: 113.

2) 平松高明・坪井昭正・小林正志: 1976. ツマグロヨコバイのカーバメート剤抵抗性に関する研究(第3報) ダイアジノン・NAC・BPMCとこれらの複合剤による淘汰が薬剤感受性に及ぼす影響. 近畿中国農研52: 26-29.

3) 細田昭男・藤原昭雄: 1976. 薬剤抵抗性害虫防除対策に関する研究. 第1報広島県におけるカーバメート剤抵抗性ツマグロヨコバイの出現とそれに対する複合剤の効果. 広島農試報告37: 25-30.

4) 岩田俊一・浜弘司: 1971. カーバメート系殺虫剤抵抗性のツマグロヨコバイについて. 防虫科学36: 174-179.

5) ————: 1976. 抵抗性ツマグロヨコバイのカヤフォスによる淘汰, カヤフォス抵抗性の発達

とカーバメート剤感受性の復元. 第20回応動昆虫大会講演要旨.

6) 木村義典・中沢啓一・細田昭男: 1973. ヒメトビウンカにおける薬剤抵抗性の発達とその復元. 中国農研47: 136-140.

7) 小島健一・北方節夫・椎野明雄・吉井考雄: 1963. ツマグロヨコバイの malathion に対する抵抗性の発達と消失について. 防虫科学28: 13-17.

8) 尾崎幸三郎・佐々木善隆・上田 実・葛西辰雄: 1973. ヒメトビウンカにおける2種殺虫剤による交互淘汰と2または3種殺虫剤の複合剤による連続淘汰の結果について. 防虫科学38: 222-231.

9) 吉岡幸治郎: 1976. ダイアジノン抵抗性ツマグロヨコバイに対する各種薬剤の殺虫効果. 第20回応動昆虫大会講演要旨.

Studies on the Control Countermeasure of the Insecticide Resistant Insect Pest.
2. Changes of susceptibility in the carbamate insecticide-resistant green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER, during the continuous selection with diazinon, propaphos and propaphos NAC mixture.

Akio HOSODA and Akio FUJIWARA

Summary

The green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* UHLER, collected from Yoshida, Takata, Hiroshima Prefecture where the carbamate insecticide-resistance occurred in 1969 was selected successively with diazinon, propaphos and propaphos NAC (carbaryl) mixture. Changes in susceptibility to various insecticides of three selected strains were compared at LD-50 value obtained by topical application. The results obtained were as follows:

1) The LD-50 value to diazinon of the leafhoppers was 42.7 $\mu\text{g/g}$ in the first 4th generation of selection with diazinon, 77.4 $\mu\text{g/g}$ in the 15th one and 183.0 $\mu\text{g/g}$ in the 24th one. Thus, this selected strain showed the tendency of decreasing susceptibility to diazinon and about 11.5 times resistance to diazinon than the standard strain reared without any insecticide pressure in the 24th generation.

2) The LD-50 value to propaphos of the leafhoppers was 11.1 $\mu\text{g/g}$ in the 5th generation of selection with propaphos, 9.9 $\mu\text{g/g}$ in the 14th one and 19.0 $\mu\text{g/g}$ in the 24th one. Thus, this selected strain showed approximately 4.1 times tolerance to propaphos than the standard strain in the 24th generation, but the degree of the decrease of susceptibility to the selected insecticide was lower in the selection with propaphos than that in the selection with diazinon.

3) Susceptibility to propaphos NAC mixture during the 23th generation of selection with propaphos NAC mixture was slightly decreased, showing that the LD-50 value was 11.5 $\mu\text{g/g}$ in the 23th generation. Susceptibility to propaphos, diazinon and malathion of this selected strain also was slightly changed.

4) These three selected strains showed gradual decrease of resistance to NAC at the almost same degree as the standard strain reared without any insecticide pressure.